

# SÉISME DU TEIL, PRÈS DE MONTÉLIMAR, NATUREL OU ARTIFICIEL ?

Alain Guillon, membre de la SAGA.

Le 11 novembre 2019, peu avant midi, un séisme de magnitude 5,4 a frappé le sud-est de la France, endommageant les bâtiments et blessant quatre personnes. La petite ville du Teil, près de Montélimar, est celle qui a subi le plus de dégâts avec des centaines d'infrastructures fissurées ou effondrées. Selon un témoignage, c'est à ce moment que les murs ont commencé à trembler, envoyant verres et assiettes se fracasser au sol, puis un son tonitruant a résonné à travers toute la ville du Teil.

Les séismes du monde entier sont le fruit du ballet des plaques tectoniques à la surface de notre planète. Dans ce déplacement, les blocs de croûte et de manteau supérieur (plaques continentales) se bousculent en permanence et les tensions s'accumulent jusqu'à ce que les roches finissent par céder, une rupture qui envoie une série d'ondes sismiques que nous ressentons sous la forme de secousses (figure 1).

nombre de fragments connus sous le nom de plaques mineures ou microplaques. À mesure que ces plaques secondaires s'entrechoquent, les mouvements variables qui en résultent étirent la France dans de multiples directions.

Raphaël Grandin, géodésiste à l'Institut de physique du globe de Paris, et d'autres spécialistes ont donc commencé à répertorier les données radar fournies par les satellites actifs durant le tremblement de terre, ils ont ainsi pu étudier les déplacements détaillés du sol en surface par rapport au satellite en orbite.

Cette analyse a permis de créer une carte aux couleurs de l'arc-en-ciel qui représente les déformations infligées au paysage par le séisme.



Figure 1. Limite des plaques tectoniques en Europe, avec la localisation du séisme du Teil. Les cercles rouges indiquent les tremblements de terre enregistrés la semaine du 11 novembre 2019 par l'USGS (en fonction de la magnitude). Les lignes rouges représentent les limites de la plaque, les lignes minces représentent les limites de la microplaque. Source : U.S. Geological Survey.

L'activité tectonique de la France est particulièrement compliquée. Le pays repose sur la plaque tectonique eurasiatique qui jouxte la plaque tectonique africaine au sud. Cependant, la frontière entre ces deux plaques est complexe, elle comprend un certain

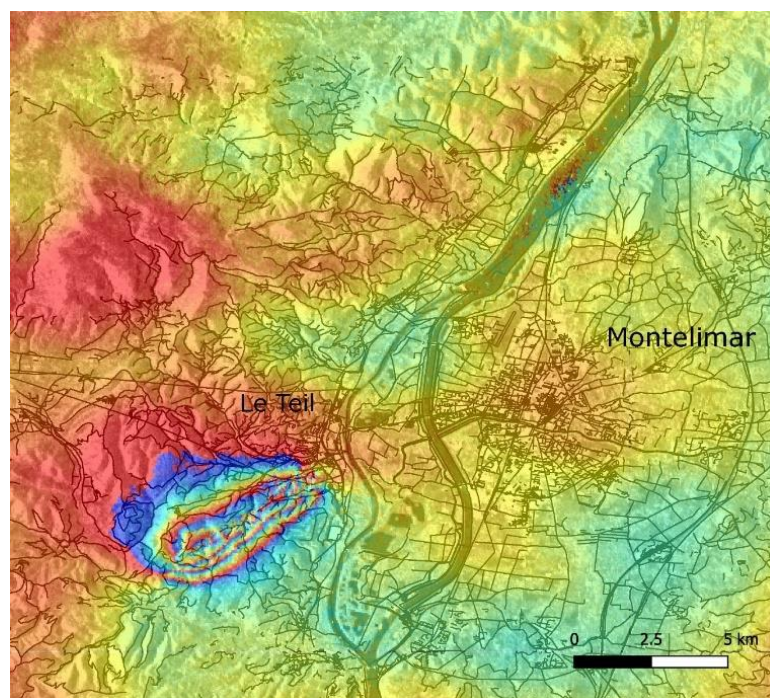


Figure 2. L'interférogramme montre ici une série de franges dans la zone ouest de la ville de Le Teil et a permis aux scientifiques d'identifier la faille à l'origine du séisme. Les franges sont caractéristiques du mouvement du sol. Ce produit est dérivé de la mission Copernicus Sentinel-1 utilisant les acquisitions des 6 et 12 novembre 2019. L'interférogramme a été généré sur GEP avec la chaîne de traitement Diapason du CNES / TRE Altamira. Crédit : contient les données Copernicus Sentinel modifiées (2019), traitées par l'ESA.

Bien que plusieurs failles soient présentes dans la région et marquées sur des cartes géologiques, aucune activité sismique n'était connue. L'interférogramme montre ici une série de franges dans la zone ouest de la ville du Teil (figure 2) et a permis aux scientifiques d'identifier la faille à l'origine du séisme. L'observation par satellite a également mesuré un déplacement du sol qui correspond à un soulèvement

pouvant atteindre huit centimètres dans la partie sud de la faille.

Les tremblements de terre sont inhabituels dans cette partie de la France (figure 3) ; un signal sans équivoque est apparu révélant non seulement une déformation du sol, mais également une fracture en surface visible sur l'interférogramme.

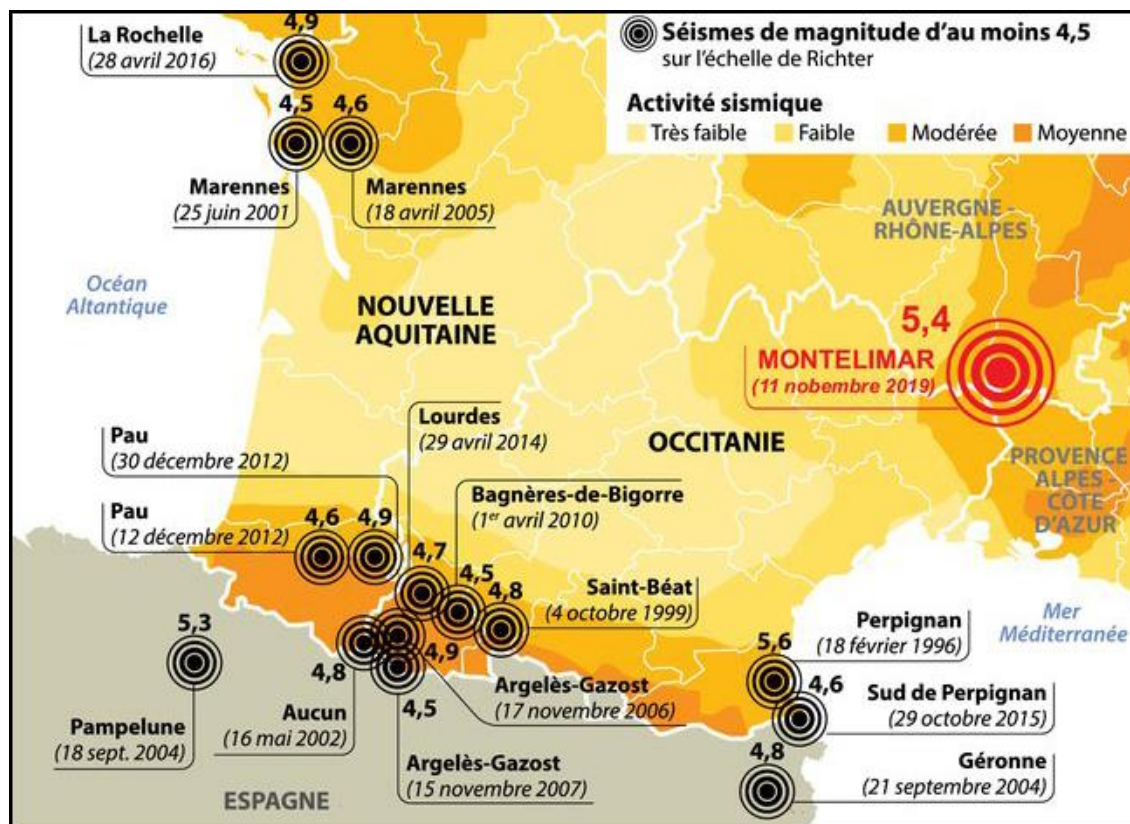


Figure 3. Les principaux séismes dans le Sud-Ouest depuis 20 ans.  
Source : La Dépêche du 12 nov. 2019.

Ce phénomène est en partie dû à la profondeur très faible de la secousse. La majorité des grands séismes se déclenchent en profondeur, ils sont le fruit d'une fracture des plaques tectoniques qui se produit généralement entre 4 et 10 km sous la surface. Cette fois, les analyses suggèrent que le séisme aurait fracturé la croûte terrestre à environ 1,6 km de profondeur.

À proximité de la surface, le poids des roches sus-jacentes est inférieur, les tensions sont donc moindres et les séismes moins intenses. Par ailleurs, la profondeur influe sur le comportement des failles. Alors qu'en profondeur, la tension est habituellement libérée d'un seul coup, ce n'est pas le cas des zones plus proches de la surface où ce relâchement s'effectue plus progressivement.

Nous sommes dans la zone nord d'une faille bien connue des géologues, la faille des Cévennes. Il s'agit d'une grande structure géologique qui court du sud-

ouest de la France, depuis la région de Montpellier et qui remonte sur la bordure ouest de la vallée rhodanienne. Son histoire ancienne sur quelques millions d'années a été beaucoup étudiée. Mais aujourd'hui encore, il y a débat pour savoir si cette faille est encore active ou pas. Dans ce cas, elle pourrait générer des séismes de magnitude entre 6 et 7 par exemple. Cependant, elle génère peu d'activité microsismique, de tout petits séismes. Or, cette activité microsismique est habituellement considérée comme le marqueur de l'activité d'une faille.

Tout tend à montrer qu'il s'agissait d'un séisme très superficiel, c'est-à-dire que la faille qui a rompu était sans doute très proche de la surface, entre un et deux (trois) kilomètres de profondeur. Le fait qu'il y ait eu des destructions aussi localisées, dans la commune du Teil, pointe également vers cet élément : plus la faille

est proche de la surface, plus l'intensité des vibrations est importante. Les enquêteurs dépêchés sur place ont pu observer des « expressions de surface », c'est-à-dire des différences dans la topographie : des bandes de terres déplacées, surélevées, etc., produites par le séisme (figure 4).

### Un tremblement de terre singulièrement peu profond a secoué le sud-est du pays le 11 novembre 2019 et, depuis, les scientifiques s'interrogent sur son origine

Certaines de ses caractéristiques ont par ailleurs laissé les experts perplexes. Tout d'abord, même si la France n'est pas étrangère aux séismes, ceux qui s'y produisent sont souvent de faible intensité. L'événement de lundi 11 n'était que d'intensité modérée sur les échelles internationales, mais par rapport aux standards du pays, c'était un séisme majeur.

Fait encore plus surprenant, le séisme a dessiné une entaille nette en surface, craquant la croûte terrestre comme la coquille d'un œuf. De telles failles sont fréquentes lors de puissants tremblements de terre comme celui de magnitude 7,2 qui avait frappé les environs de la ville de Landers, en Californie, en 1992. La formation d'une fracture en surface pendant le séisme du Teil a donc donné aux scientifiques matière à réflexion.



Credit Photo : Mission post sismique RESIF (GéoAzur, Géosciences Montpellier, IRSN, ISTERRE).

Figure 4. Les scientifiques ont relevé plusieurs bizarreries, notamment la présence de failles visibles en surface pour un séisme de cette intensité. © Mission post-sismique RESIF (GéoAzur, Géosciences Montpellier, IRSN, ISTERRE).

De plus, habituellement, les ruptures modérées n'entraînent pas de fracture en surface, et ce, quelle que soit leur situation géographique, nous explique Raphaël Grandin, géodésiste à l'Institut de physique du globe de Paris. Après la secousse du 11 novembre

2019, il ne s'attendait pas à observer ce type de formation en surface (figure 4).

Si les chercheurs explorent cette piste en particulier, c'est qu'ils ont relevé certaines bizarreries autour du séisme du 11 novembre. La première est sa très faible profondeur. En effet, les mesures sur le terrain rapportent que l'événement est survenu à 1,6 kilomètre dans la croûte terrestre. « Or, c'est très étonnant pour un pays comme la France où les séismes se situent généralement entre 5 et 20 kilomètres de profondeur. Une faible profondeur est une particularité que l'on retrouve lors des séismes induits par l'activité humaine », souligne Jean-Robert Grasso, membre du laboratoire ISTerre (université Grenoble-Alpes), spécialiste du sujet.

Étrange également, le fait de retrouver des traces de failles visibles en surface pour un séisme de cette intensité.

L'autre particularité qui intrigue les sismologues, c'est le très faible nombre de répliques. En effet, « après un choc principal d'une magnitude de 5, on s'attendrait à beaucoup plus de répliques. D'où un questionnement sur l'origine du séisme en relation avec son caractère très superficiel », indique encore le « collectif post-sismique » dans son dernier bilan.

C'est ainsi que les experts se penchent sur le lien potentiel entre le tremblement de terre du Teil et la carrière voisine, car ce séisme leur rappelle d'autres cas comparables dans le monde. Ces événements bien documentés dans la littérature scientifique ont montré que l'exploitation de carrières, de gisements de pétrole ou de mines à ciel ouvert pouvait contribuer au déclenchement de séismes dépassant parfois la magnitude de 4,5. « Des exemples bien connus ont eu lieu près de carrières dans l'État de New-York dans les années 1970, et en Pennsylvanie (vallée de Cacoosing) dans les années 1990. Il y a également des cas autour de gisements de pétrole en Californie dans les années 90, ou en Ouzbékistan dans les années 80. »

### Nouveau séisme à 3 km du Teil le samedi 23 novembre 2019, une réplique

Un faible séisme, de magnitude 2,8, a été ressenti en Ardèche dans la nuit du samedi 23 au dimanche 24 novembre 2019. Cet événement s'est produit vers 23 h 15 à 3 km du Teil (Ardèche) et à 6 km de Montélimar (Drôme), selon le site Internet du Réseau national de surveillance sismique (RéNaSS) de Strasbourg, qui précise que la mesure est automatique.

### Les centrales nucléaires autour de Lyon (figure 5) peuvent-elles résister ?

Si, selon la préfecture et EDF, aucun dégât n'a été constaté sur les installations nucléaires de la région,

des vérifications sont en cours dans la centrale de Cruas, en Ardèche. Cette dernière a été provisoirement arrêtée pour « audit approfondi » à la suite du séisme survenu lundi dans la vallée du Rhône.

### Le principe de base de prise en compte du risque sismique

La prise en compte du risque sismique dans l'industrie nucléaire se base sur le plus gros séisme qui a eu lieu dans la région d'implantation des centrales, à la magnitude duquel on rajoute 0,5. Ainsi, la centrale du Tricastin peut résister à un tremblement

de terre de magnitude 5,2 alors que le séisme référent (1873) était de magnitude 4,7.

La centrale de Cruas-Meysses est la seule centrale nucléaire française à avoir été construite sur des appuis antisismiques. La géologie locale y est pour beaucoup : les terrains durs propagent plus vite les ondes sismiques, alors que sur des terrains meubles les vibrations sont piégées.

La centrale de Cruas se trouve non loin d'un segment au nord de la grande faille des Cévennes, pour laquelle certains experts suggèrent une activité possible. EDF a dimensionné cette centrale pour résister à un séisme de magnitude 5,2.

## RISQUES SISMIQUES ET SITES NUCLÉAIRES EN RÉGION RHÔNE-ALPES

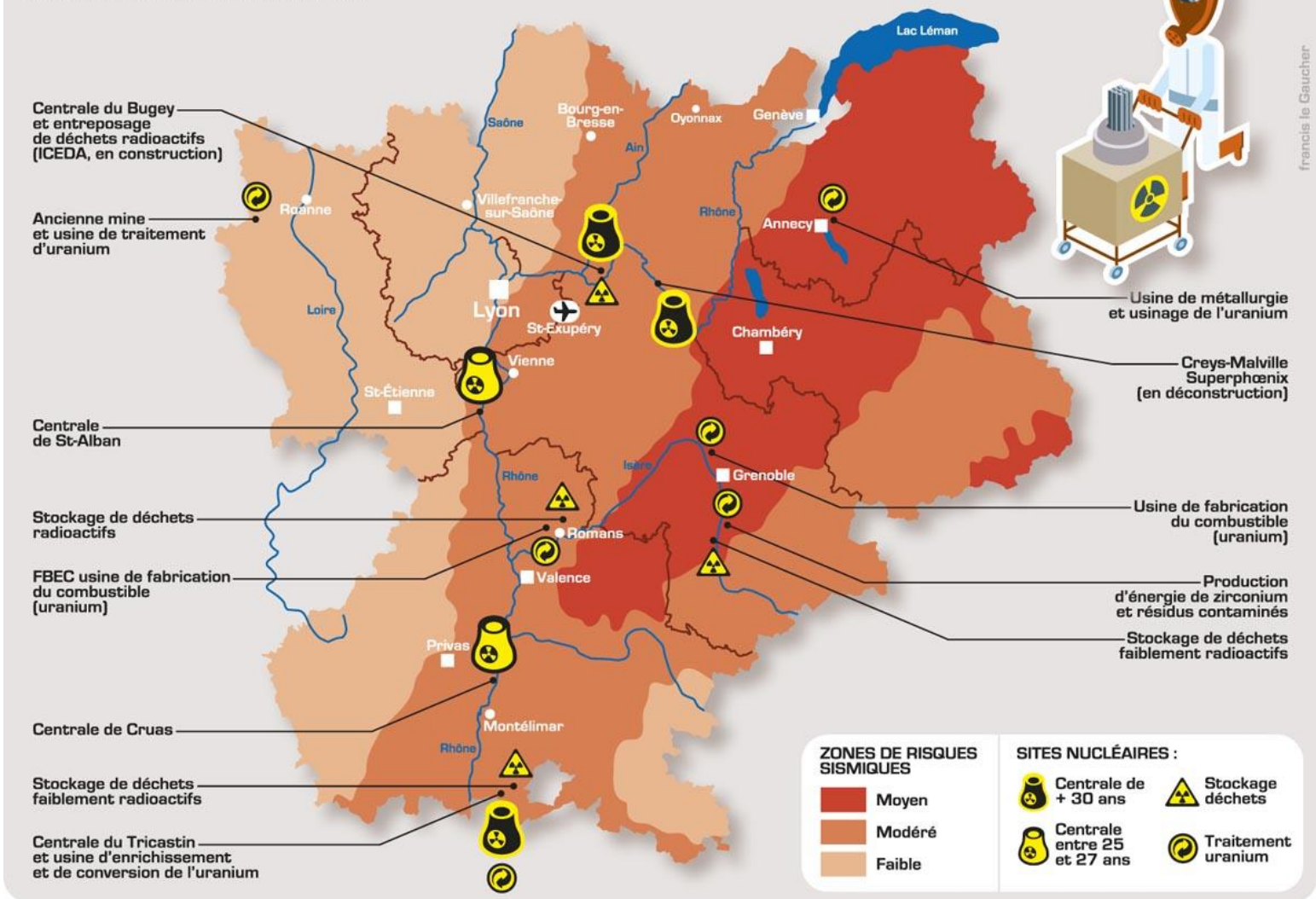


Figure 5. Risques sismiques et centrales nucléaires en Rhône-Alpes.

Source : <https://www.lyoncapitale.fr/actualite/lyon-ville-la-plus-atomique-de-france/>

Sources : National Geographic, BRGM, Sciences et Avenir, L'Express, le site Internet du Réseau national de surveillance sismique (RéNaSS), LyonCapital.fr, Le Point.